

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1958

THÈSE

814
N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Pierre J. MANENT

Élève de l'École du Service de Santé Militaire

Né le 27 janvier 1930, à Chartres (Eure-et-Loir)

Présentée et soutenue publiquement le 8 juillet 1958

Contribution à l'étude
de la fatigue oculaire et accommodative
de l'opérateur de détection électro-magnétique

Président : M. RENARD, Professeur

PARIS
IMPRIMERIE R. FOULON
29, RUE DEPARCIEUX, 29
1958

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

Nom du Candidat : MANENT

Prénoms : PIERRE J.

Date de soutenance : 8 juillet 1958

Numéro d'ordre :

(Ces deux mentions seront complétées par le Service de la Bibliothèque)

MANENT (PIERRE J.) —
Contribution à l'étude de la
fatigue oculaire et accommoda-
tive de l'opérateur de détection
électro-magnétique. — Paris,
Imp. R. Foulon, 1958, in-8°,
48 p.

(Thèse Médec. (Etat), Paris,
1958, N°).

MANENT (PIERRE J.) —
Contribution à l'étude de la
fatigue oculaire et accommoda-
tive de l'opérateur de détection
électro-magnétique. — Paris,
Imp. R. Foulon, 1958, in-8°,
48 p.

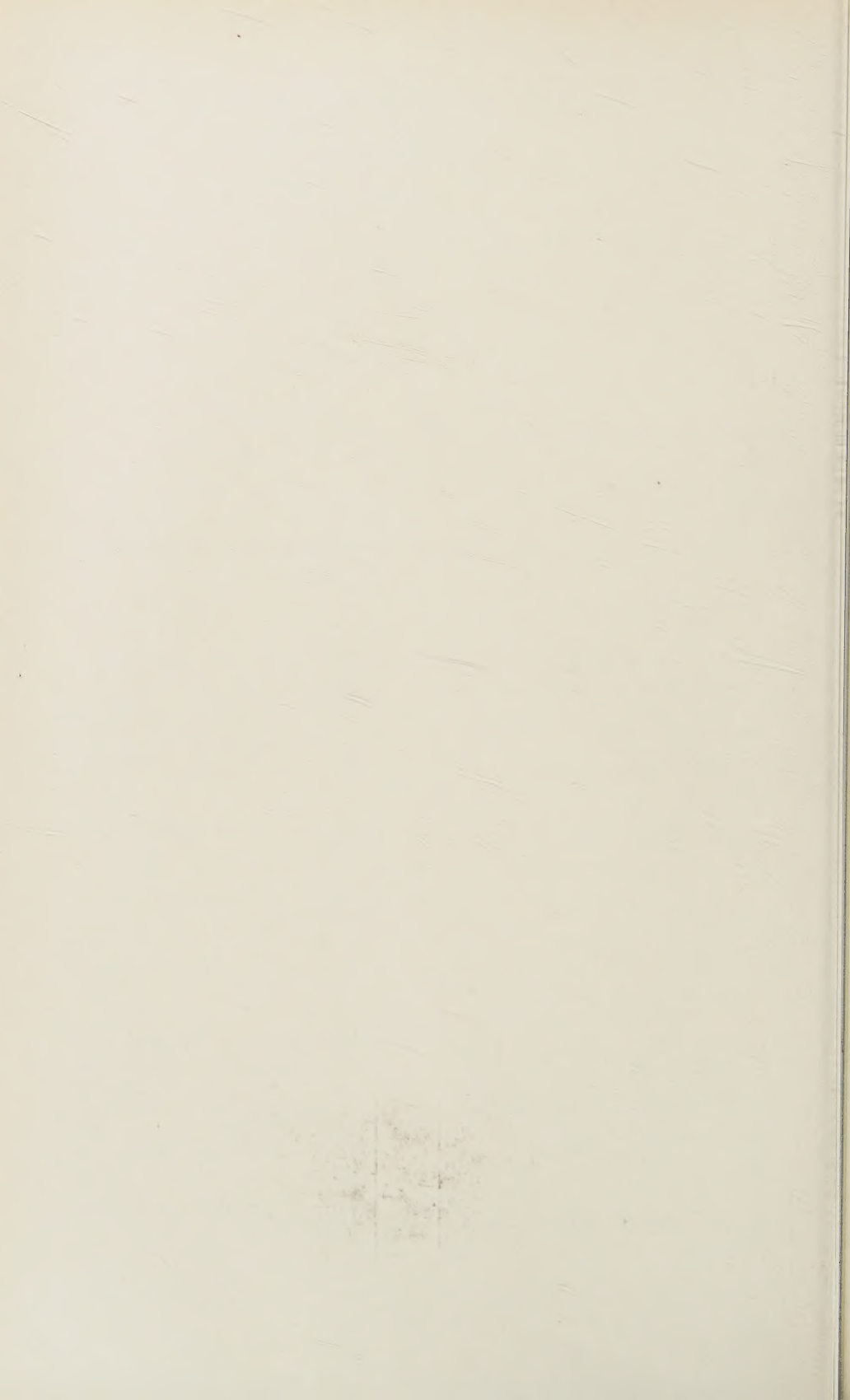
(Thèse Médec. (Etat), Paris,
1958, N°).

MANENT (PIERRE J.) —
Contribution à l'étude de la
fatigue oculaire et accommoda-
tive de l'opérateur de détection
électro-magnétique. — Paris,
Imp. R. Foulon, 1958, in-8°,
48 p.

(Thèse Médec. (Etat), Paris,
1958, N°).

MANENT (PIERRE J.) —
Contribution à l'étude de la
fatigue oculaire et accommoda-
tive de l'opérateur de détection
électro-magnétique. — Paris,
Imp. R. Foulon, 1958, in-8°,
48 p.

(Thèse Médec. (Etat), Paris,
1958, N°).



FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1958

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Pierre J. MANENT

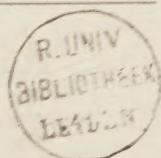
Élève de l'École du Service de Santé Militaire

Né le 27 janvier 1930, à Chartres (Eure-et-Loir)

Présentée et soutenue publiquement le 8 juillet 1958

Contribution à l'étude
de la fatigue oculaire et accommodative
de l'opérateur de détection électro-magnétique

Président : M. RENARD, Professeur



PARIS

IMPRIMERIE R. FOULON

29, RUE DEPARCIEUX, 29

1958

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Bénard (H.), Brocq (P.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Carnot (P.), Chabrol (Et.), Champy (C.), Chevassu (M.), Debré (R.), Delbet (P.), Donzelot (E.), Gastinel (P.), Guillaïn (G.), Halphen (E.), Harvier (P.), Laroche (G.), Laubry (Ch.), Lemaître (F.), Lévy-Solal (E.), Lhermitte (J.), Lian (C.), Loeper (M.), Marion (G.), Mathieu (P.), Mocquot (P.), Mondor (H.), Mulon (P.), Olivier (E.), Richet (Ch.), Sannié (Ch.), Sézary (A.), Tanon (L.), Velter (E.).

DOYEN Léon BINET
Membre de l'Institut

ASSESEUR Jean VERNE

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	CORDIER (G.)
Anatomie pathologique	DELARUE (A.)
Bactériologie	FASQUELLE (R.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.-F.)
Biologie appliquée à l'Éducation physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Clinique de cardiologie	MOUQUIN (M.)
Cliniques chirurgicales	Beaujon SICARD (A.)
	Cochin QUÉNU (J.)
	Hôtel-Dieu MÉNÉGAUX (G.)
	Salpêtrière MOULONGUET (P.)
Clinique chirurgicale réparatrice et orthopédique	MERLE D'AUBIGNÉ (R.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire	DE GAIDART-D'ALLAINES (P.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédie	FÈVRE (M.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire	MONOD (R.)
Clinique gynécologique	FUNCK-BRENTANO (P.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants	CATHALA (J.)
Clinique des maladies infectieuses	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale	DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang	CHEVALLIER (P.)
Clinique des maladies du système nerveux	ALAJOUANINE (T.)
Cliniques médicales	Bichat JUSTIN-BESANÇON (L.)
	Broussais DE GENNES (L.)
	Cochin MOREAU (R.)
	Hôtel-Dieu BARIÉTY (M.)
Clinique médicale d'hydro-climatologie thérapeutique	DEBRAY (C.)
Clinique médicale propédeutique	PASTEUR VALLERY-RADOT (L.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition	BOULIN (R.)
Clinique de neuro-chirurgie	PETIT-DUTAILLIS (D.)
Cliniques obstétricales	Baudelocque LACOMME (M.)
	Port-Royal VARANGOT (J.)
Clinique d'obstétrique et de gynécologie	LANTUÉJOLU (P.)
Clinique ophtalmologique	RENARD (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique	AUBIN (A.)
Clinique de pneumo-phthisiologie	BERNARD (E.)
Clinique psychiatrique infantile	HEUYER (C.)
Clinique de puériculture	LELONG (M.)
Clinique rhumatologique médicale et sociale	COSTE (F.)
Clinique stomatologique	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale	SÉNÈQUE (J.)
Clinique thérapeutique médicale	LEMAIRE (A.)

Clinique urologique	FEY (B.)
Embryologie	GIROUD (A.)
Génétique médicale	LAMY (M.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	SOULIÉ (P.)
Histologie	VERNE (J.)
Hygiène et clinique de la première enfance	TURPIN (R.)
Hygiène et médecine préventive	JOANNON (C.)
Médecine légale	PIÉDELIVRE (R.)
Médecine du Travail	DESOLLE (H.)
Parasitologie et histoire naturelle médicale	GALLIARD (H.)
Pathologie chirurgicale	COUVELAIRE (R.)
Pathologie exotique	LAVIER (G.)
Pathologie expérimentale et comparée	LENÈGRE (J.)
Pathologie humorale et immunologie expérimentale (chaire à titre personnel)	MERKLEN (F.)
Pathologie médicale	DECOURT (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	GARCIN (J.)
Pédiatrie sociale	MARIE (J.)
Pharmacologie et matière médicale	HAZARD (R.)
Physico-chimie médicale (chaire à titre personnel)	DOGNON (A.)
Physiologie	BINET (L.)
Physique médicale	STROHL (A.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale	PATEL (J.)
Thérapeutique	BROUET (G.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE MAITRES DE CONFERENCES-AGREGES ET AGREGES

MM.		MM.	
Anatomie	{ DELMAS (A.) <i>pr. s. ch.</i> CABROL (C.) DEBEYRE (J.) OLIVIER (G.)	Neurologie	{ LHERMITTE (F.) GRASSET (J.) LE LORIER (G.) LEPAGE (F.)
Anatomie pathologique	{ GAUTHIER-VILLARS (Mlle P.) <i>pr. s. ch.</i> BUSSE (F.) GOUYGOU (Ch.)	Obstétrique	{ MERGER (R.) MORIN (P.) RAVINA (J.) ROBEY (M.)
Bactériologie	{ NÉVOT (A.) <i>pr. s. ch.</i> CHRISTOL (D.)	Ophtalmologie	{ BRÉGEAT (P.) DESIGNES (P.)
Biochimie médicale	{ ETTORI (J.) <i>pr. s. ch.</i> DESGREZ (P.) POLONOVSKI (J.) SCHAPIRA (R.)	Orthopédie	{ JUDET (R.)
Biologie médicale	{ BOURLIÈRE (F.)	Oto-rhino- laryngologie	{ AUBRY (M.) MADURO (R.)
Dermato- Syphiligraphie	{ DUPERRAT (F.)	Parasitologie	{ BRUMPT (L.-C.) CHABAUD (A.) ABOULKER (P.) BARCAT (J.) BAUMANN (J.) CAUCHOIX (J.) DUBOST (C.) FAUREL (J.) FLABEAU (F.) GERMAIN (A.) GOSSET (J.) LAURENCE (G.) LORTAT-JACOB (J.) MATHEY (J.) OLIVIER (Cl.) POILLEUX (F.) THOMERET (G.) VERNE (J.-M.)
Embryologie	{ TUCHMANN-DUPLESSIS (H.)	Pathologie chirurgicale	{
Histologie	{ COIJARD (R.) N... N...		
Hydrologie	{ CORNET (A.)		
Hygiène	{ BOYER (J.) <i>pr. s. ch.</i> DEPARIS (M.) <i>pr. s. ch.</i>		
Maladies infectieuses	{ BASTIN (R.) DEROBER (L.) <i>pr. s. ch.</i>		
Médecine légale	{ GAULTIER (M.) HADENGUE (A.)		
Médecine du travail	{ ALBAHARY (C.)	Pathologie expérimentale	{ LOEPER (J.) MAURICE (P.)
Neuro-chirurgie	{ DAVID (M.)		

	MM.		MM.
Pathologie médicale	BODIN (G.)	Pharmacologie . .	CHEYMOL (J.) <i>pr. s. ch.</i>
	BOUVIER (J.-B.)		LEVY (Mlle J.) <i>pr. s. ch.</i>
	BRICAIRE (H.)	Physiologie . . .	BARJETON (D.) <i>pr. s. ch.</i>
	BRISAUD (H.)		PARROT (J.) <i>pr. s. ch.</i>
	CASTAIGNE (P.)		DEJOURS (P.)
	CONTE (M.)	Physique médicale	DJOURNO (A.) <i>pr. s. ch.</i>
	DEROT (M.)		
	DOMART (A.)	Pneumo- Phtisiologie . .	KREIS (B.)
	LAMOTTE (M.)		
	LAROCHE (C.-P.)	Psychiatrie . . .	PICHOT (P.)
	MACREZ (Cl.)		
	MILLIEZ (P.)	Psychiatrie infantile	MICHAUX (L.)
	PÉQUIGNOT (H.)		
	PERRAULT (M.)	Rhumatologie . .	DELBARRE (F.)
	RAMBERT (P.)		
	ROYER (P.)	Stomatologie . .	CERNÉA (P.)
	THIEFFRY (St.)		
Pédiatrie	TURIAF (J.)	Thérapeutique .	CHASSAGNE (P.)
	WOLFROMM (R.)		
	N...	Urologie	KUSS (R.)
	JOSEPH (R.)		
	MOZZICONACCI (P.)		
	POLONOVSKY (Cl.)		

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

A TITRE PERMANENT

	MM.		MM.
Clinique chirurgicale . . .	AMELINE (A.)	Clinique obstétricale . . .	MAYER (M.)
	HUGUIER (J.)		
	LÉGER (L.)	Clinique ophthalmologique	OFFRET (G.)
	PADOVANI (P.)		
Clinique médicale	ROUX (M.)	Clinique pédiatrique . . .	LAPLANE (R.)
	DREYFUS (Gilbert)		
	HAGUENAU (J.) <i>pr. s. ch.</i>	Clinique psychiatrique .	BARUK (H.)
	KOURILSKY (R.)		
Clinique neurologique . .	MARCHAL (G.)		
	DE SÈZE (S.)		

Secrétaire général de la Faculté M. MOREL (J.)
 Secrétaire Mlle CHAINTREUIL (G.)

Conservateur, chargé de la direction M. le Docteur HAHN (A.)
 Conservateur Mlle GOICHON (A.)
 Bibliothécaires } Mlles DUMAITRE (P.), LAURENT (H.),
 LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MA FEMME. A MA FILLE

*Je dédie ce travail, leur livrant, s'il se
peut, un peu plus de moi-même.*

A LA MEMOIRE DE MON PERE

A MA MERE

*En témoignage de ma grande affection et
de ma reconnaissance.*

A MON FRERE, A MA SCEUR

En toute amitié.

A MES TANTES

A MON ONCLE

LE MÉDECIN-COMMANDANT G.-A. PRUDHOMME

Ophthlalmologiste des Hôpitaux coloniaux

A MES BEAUX-PARENTS

A MES BEAUX-FRÈRES ET BELLES-SŒURS

A TOUS MES AMIS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE

MONSIEUR LE PROFESSEUR G. RENARD

Professeur de la Chaire d'Ophtalmologie
Ophtalmologiste des Hôpitaux
Officier de la Légion d'Honneur

*Il nous a fait le grand honneur de bien
vouloir présider le jury de notre thèse.
Nos hommages très respectueux.*

A NOS JUGES

A MONSIEUR LE MÉDECIN-COMMANDANT G. PERDRIEL

Spécialiste des Hôpitaux Militaires
Médecin-Chef du Service d'Ophtalmologie du C E M P N

Il nous a inspiré ce travail.

Nous le remercions de sa confiance. Il nous consacra de longs moments, sans compter, plein d'une rare sollicitude et d'un grand enthousiasme.

Nous lui exprimons, ici, notre attachement et notre respectueuse gratitude.

A MONSIEUR LE MÉDECIN-GÉNÉRAL GRANDPIERRE

Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Nancy
Directeur du Centre d'Enseignement
et de Recherches de Médecine Aéronautique
Chevalier de la Légion d'Honneur

Hommages respectueux.

A MONSIEUR LE MÉDECIN-COLONEL F. PAGES

Professeur Agrégé du Val-de-Grâce
Médecin-Chef du Service de Dermatologie
de l'Hôpital Militaire d'Instruction du Val-de-Grâce
Chevalier de la Légion d'Honneur

*Il nous a accueilli dans son service avec
bonté. Nous le remercions respectueusement
de ses conseils bienveillants et de son ensei-
gnement.*

Notre vive reconnaissance.

A MONSIEUR LE MÉDECIN-LIEUTENANT-COLONEL PAYRAU

Professeur Agrégé du Val-de-Grâce
Médecin-Chef du Service d'Ophtalmologie
de l'Hôpital Militaire d'Instruction du Val-de-Grâce
Chevalier de la Légion d'Honneur

Hommages respectueux.

A MONSIEUR LE MÉDECIN-CAPITAINE FAVRE

Médecin-Chef de la SMR de Meaux

Il a largement contribué à ce travail, nous évitant toute difficulté avec une grande cordialité.

Nos remerciements sincères.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR Y. LEGRAND

Laboratoire de Physique appliquée
du Muséum National d'Histoire Naturelle

et

A MONSIEUR E. BAUMGARDT

Maître de Recherches, groupe de Recherches
de Physiologie des Sensations de la Sorbonne

Notre respectueuse gratitude.

A TOUS MES CAMARADES

GÉNÉRALITÉS

Le développement incessant du trafic aérien, les performances toujours accrues des avions, nécessitent aujourd'hui une surveillance constante de la navigation aérienne.

Les progrès effectués ces dernières années dans le domaine de la détection électro-magnétique ont donné naissance à une application nouvelle : le radar.

Le radariste, technicien nouveau, prend place maintenant et de façon courante, aux côtés des nombreux spécialistes de l'infrastructure aéronautique. Nous en avons choisi un certain nombre, que nous avons observés, étudiés, testés à loisir, sur les lieux mêmes de leur travail, pendant quelque dix jours, en portant tout particulièrement notre attention sur le comportement de leur appareil visuel.

LE RADAR ET SON PRINCIPE

Il convient donc, au début de ce travail, de faire un schéma succinct du radar, aussi clair que possible, car il met en jeu un appareillage complexe: sans aucun souci de description technique, cette entrée en matière nous semble indispensable à une bonne compréhension du texte et de la tâche même du radariste.

Son principe, fort simple, repose sur le phénomène de réflexion des ondes, en tous points comparable à l'écho sonore.

Il utilise, à cet effet, des ondes électro-magnétiques centimétriques de très haute fréquence produites par un magnétron. Des antennes émettrices, animées d'un mouvement circulaire uniforme, les rayonnent dans l'espace, sous forme de faisceaux concentrés et dirigés. Lorsqu'un faisceau incident rencontre un obstacle quelconque, il est réfléchi et capté par un récepteur qui le transforme en signal lumineux sur l'écran fluorescent d'un tube cathodique.

L'écran radar, encore appelé scope, n'est autre que ce tube; sa surface circulaire, spécialement traitée, possède une fluorescence rémanente indispensable à la persistance des signaux reçus.

Un rayon de sa circonférence, matérialisé par le va-et-vient d'un faisceau d'électrons, est animé d'un mouvement circulaire uniforme, synchronisé avec celui de l'antenne, qui balaie la surface du scope en une minute environ.

Le scope en marche se présente donc comme un cadre faiblement éclairé, balayé par un rayon lumineux, comme l'est un chronomètre par son aiguille.

L'écho de détection se traduit par l'éclair d'un spot lumineux qui s'allume le long du rayon mobile. La rémanence lumineuse donne à la longue, un tracé fluorescent correspondant aux évolutions du spot et, par là, à l'avion intercepté.

L'observation permanente du scope équivaut donc à la surveillance d'un vaste espace aérien dont on peut faire varier la profondeur en altitude par de simples réglages manuels.

L'OPERATEUR DE DETECTION ELECTRO-MAGNETIQUE

Ce soin est confié aux radaristes, qu'on appelle encore, opérateurs de détection électro-magnétique (O D E M), ou lecteurs de scope radar. Leur tâche essentiellement visuelle consiste à rechercher et à suivre attentivement les éclairs lumineux du scope pour en donner, par téléphone, les caractéristiques numériques conventionnelles à un contrôleur. Ce dernier centralise tous les résultats fournis par la détection et établit une véritable mise à jour du trafic aérien.

Les O D E M sont soumis quotidiennement à plusieurs « tours d'observation » dont la durée ne dépasse généralement pas une heure.

La lecture des scopes demande une obscurité presque totale dans les ateliers de détection, le visage de l'opérateur placé à une trentaine de centimètres de l'écran.

LE SYNDROME FONCTIONNEL DE L'O D E M

Ces sujets sont donc soumis en permanence à divers types d'agressions. Nouveauté des conditions de vie en atmosphère obscure et confinée, accommodation-convergence soutenue, à la limite d'activité du punctum proximum. Il s'ensuit une fatigue générale et une fatigue de l'appareil visuel très spéciales.

BUT DE L'OUVRAGE

L'étude de ce syndrome fonctionnel sera l'objet de ce travail où nous mettrons plus particulièrement l'accent sur la symptomatologie purement oculaire. L'intérêt de cette recherche se mesure par le nombre d'échecs rencontrés jusqu'à maintenant pour éliminer, tant bien que mal, l'asthénopie de l'ODEM. De nombreux travaux internationaux ont permis de définir l'aptitude requise par ce nouveau personnel. Elle donne lieu à une sélection assez stricte exigeant, en plus des normes biologiques courantes, une intégrité presque complète des fonctions du globe oculaire et de ses annexes motrices.

Malgré cela, en éliminant les diverses amétropies ou en les corrigeant, il n'a pas toujours été possible de faire disparaître cette fatigue visuelle du radariste.

PLAN SUCCINCT

Après avoir pris connaissance des résultats apportés par les travaux antérieurs dans ce domaine, nous nous bornerons à l'étude de la fatigue accommodative à l'aide d'un test approprié.

Notre ambition est double : démontrer l'existence d'une fatigue oculaire avant toute symptomatologie fonctionnelle en s'attachant à déterminer la date de son apparition : préciser sa nature et, par là, permettre d'y remédier en minimisant, dans la mesure du possible, ses différents facteurs.

Ainsi, après une étude préalable des conditions de travail de l'ODEM, verrons-nous plus en détail les modalités de sa fatigue oculaire, pour terminer par notre expérimentation personnelle et les conclusions qui s'en dégagent.

CHAPITRE I

ÉTUDE DES CONDITIONS DE TRAVAIL DU LECTEUR DE SCOPE-RADAR

L'activité de l'ODEM comporte plusieurs aspects. En premier lieu, la vie et le travail en station qui impliquent une adaptation particulière de son organisme, ainsi qu'une hygiène générale et professionnelle; ensuite et surtout, la lecture du scope radar.

NOCIVITE EVENTUELLE DES ONDES RADAR

De prime abord, on pourrait penser que, mises à part la fatigue visuelle occasionnée par l'observation du scope et la fatigue générale due aux nouvelles conditions de vie, la pathologie de la détection électro-magnétique est essentiellement axée sur la nocivité possible des radiations ultra-courtes.

Poussant leurs recherches dans ce sens, les auteurs américains, avec DAILY, LIBMANN et COHN, ont étudié l'effet radar, à la fois sur le plan expérimental et sur le plan humain.

L'utilisation de puissances d'émission atteignant un méga-watt pose, en effet, le problème du retentissement possible des ondes radar sur l'organisme. Il ressort actuellement de ces travaux que les effets des ondes électro-magnétiques (de fréquences situées entre 3 et 10 centimètres) sur les êtres vivants, sont essentiellement de nature thermique, bien qu'il soit difficile d'écarter définitivement la possibilité d'autres effets.

Au point de vue oculaire, BARON, a déterminé expérimentalement, chez le lapin, des altérations cristalliniennes qui viendraient d'une coagulation thermique pure et simple des protéines cellulaires. Les

cataractes physiques semblent donc être les manifestations à craindre en premier lieu. ne serait-ce que pour leur latence redoutable. Néanmoins, aucun cas n'a été publié jusqu'à ce jour.

VIE SOUTERRAINE DE L'ODEM

En ce qui concerne l'ODEM, rarement en contact prolongé avec les ondes incidentes, cet aspect de la question est accessoire dans une certaine mesure et ne figure ici que pour mémoire.

En effet, pour des raisons de commodité, voire de stratégie, tous les locaux de la station radar sont souterrains: seules les antennes sont à l'air libre. Cet aspect très particulier des conditions de vie et de travail du radariste retiendra notre attention en premier lieu.

Son organisme, habituellement soumis à un rythme de vie régulier, alternativement diurne et nocturne, sanctionné surtout par l'irradiation de la lumière solaire et ses effets secondaires, se trouve, à un moment donné et sans entraînement préalable, soumis à une monotonie de vie inconnue jusqu'alors. Elle demande, en conséquence, de multiples réactions d'adaptation de sa part.

Toutefois, il ne semble pas qu'elles soient suffisantes pour déterminer un syndrome particulier, par suite de la grande adaptabilité de l'homme. Ces réactions ne dépassent généralement pas un seuil au-delà duquel peuvent être rencontrés des phénomènes pathologiques.

Lés constatations faites chez les ODEM par BERGERET, ont, en effet, montré que la morbidité, dans ce cas, n'était pas plus accentuée que dans des conditions de travail plus proches de la normale.

Deux points sont donc à retenir, la vie en atmosphère confinée et la carence solaire: en fait, il ne s'agit pas là de nouveautés, la station radar n'étant pas autre chose qu'une vaste usine souterraine, à ceci près que l'activité de l'ODEM est beaucoup plus réduite que celle d'un ouvrier manuel au point de vue physique. Bien des auteurs se sont déjà penchés sur l'étude du comportement de l'organisme humain en vie souterraine. La lecture de leurs travaux ne nous apporte rien de bien particulier à retenir dans le cadre de cette étude: notons seulement qu'en ce qui concerne la vie en vase clos, on observe parfois des troubles nerveux, le plus souvent mineurs, échos d'un état affectif et émotionnel propre à chaque individu, éveillés par les conditions d'ambiance d'un milieu nouveau: la grande crise névropathique de claustrophobie reste généralement l'exception.

Nous laissons volontairement de côté les effets possibles des facteurs thermique, acoustique et d'aération, ces différents conditionnements ayant donné lieu à des mises au point répétées qui rendent leur influence négligeable à l'heure actuelle.

Par contre, la carence solaire a des incidences beaucoup plus nombreuses et variées. L'expérimentation et l'observation ont fait l'objet de publications nombreuses à ce sujet. Hélas, l'expérimentation animale n'a pas d'équivalent chez l'homme et il faut avouer qu'on connaît moins bien les effets de l'obscurité chez celui-ci que chez l'animal.

L'action de la lumière solaire, au contraire, a été mieux étudiée chez l'homme et c'est en fait par le contexte que l'on peut connaître les réactions que provoque, chez ce dernier, la vie dans l'obscurité. La lumière solaire a, en quantité modérée, de très nombreuses actions qui, toutes, s'unissent pour donner à l'individu le dynamisme indispensable à toute activité.

Elle est à la fois stimulante et harmonisante des systèmes nerveux central et végétatif, elle a une action métabolique, neuro-endocrinienne, enfin, elle est encore à la base des divers réflexes opto-fonctionnels. La lumière solaire reste donc indispensable à ceux qui vivent sous terre. Ce genre de vie particulier rend donc obligatoire une hygiène de vie très stricte où la pratique des sports et des loisirs au grand air doivent être obligatoirement le complément d'un régime approprié enrichi en vitamines indispensables.

En un mot, la vie souterraine est surtout inductrice de fatigue générale: nous verrons plus loin dans quelle mesure, elle participe à la genèse du syndrome fonctionnel oculaire.

LA LECTURE DU SCOPE RADAR

Nous en arrivons maintenant au travail proprement visuel de l'ODEM. Nous avons vu plus haut qu'il a lieu dans une salle de détection souterraine obscure, devant l'écran du scope radar.

Le radariste est soumis à plusieurs tours de veille au scope dans la journée: ceux-ci durent une heure environ et sont entrecoupés de périodes de repos de même durée, passées dans un local voisin de la salle de détection, éclairé par des tubes fluorescents. Pendant la veille, l'ODEM doit surveiller avec attention une portion du scope laissée sous sa responsabilité. Pour cela, il doit garder le visage à une trentaine de centimètres de l'écran, ce qui facilite, pour lui, la

recherche des échos lumineux de détection. Ainsi, son œil travaille à la limite d'activité de son *punctum proximum* d'accommodation, soumis en permanence à un rayonnement lumineux dont nous devons donner maintenant les caractéristiques physiques élémentaires.

Les tubes en service dans les stations ne contiennent pas de substances radio-actives ni de rayons X à des doses dangereuses pour le personnel. Toutefois, il existe une émission de rayonnement X: il est du type mou et n'apparaît qu'en faible quantité. En effet, le tube cathodique du scope radar se comporte comme un tube à rayons X dont l'anticathode serait représentée par la paroi de verre traité de l'écran. Plusieurs auteurs, dont LIBMANN et COHN, du National Defense Research Council, ont montré l'absence de réactions nocives sur des sujets travaillant dans ces conditions depuis neuf ans. D'autre part, la fraction de rayons X ayant issue à l'extérieur du tube est insignifiante, car ceux-ci sont réfléchis par le châssis métallique du scope et les parois du tube recouvertes de graphite.

Le reste du rayonnement émis par le tube est entièrement compris dans le spectre lumineux visible et ne comporte aucune énergie, dans les ultra-violets ou dans les infra-rouges, nocive pour l'œil. Son intensité lumineuse ou brillance, se mesure à l'aide d'un nitomètre.

PERDRIEL a pu chiffrer la valeur des différentes sources lumineuses auxquelles était soumis l'ODEM au cours de son travail. Si les échos mobiles ont une faible luminance (0.06 à 0.16 nits suivant l'écran utilisé), les échos fixes, par contre, sont plus brillants. Nous devons ici ouvrir une parenthèse au sujet de ces échos « fixes ».

Il a été dit plus haut que la réflexion des ondes radar incidentes se traduisait par un spot lumineux. La nature de l'obstacle n'avait pas été précisée: il va de soi que dans l'atmosphère, il s'agit, dans la plupart des cas, des avions qu'on cherche à détecter; mais tous les accidents de terrains voisins de la station, comme les collines ou les ouvrages d'art, donnent de la même façon un écho de détection immobile sur l'écran du scope radar. Dans ce cas, ils se situent plus volontiers dans la région centrale de l'écran, ils apparaissent identiques à chaque tour du pinceau lumineux et sont remarquables par une brillance supérieure à celle des échos mobiles. Comme ces derniers, et avec eux, ils se détachent sur le fond lumineux de l'écran dont la brillance ne dépasse pas 10 à 15 nits.

De plus, par intermittence, de véritables éclairs embrasent l'écran radar: leur luminance atteint parfois 1.500 nits et réalise un éblouissement que tous les opérateurs connaissent bien avec le cortège de sensations pénibles qui l'accompagne. On doit rechercher leur origine dans les conditions météorologiques locales et la présence de couches

nuageuses qui font écran réflecteur, ou encore dans la réception intermittente de l'émission d'une autre station radar, lorsque les deux antennes rotatives se trouvent, par hasard, dans des plans parallèles.

Pour pallier cet éblouissement nuisible à la performance visuelle on a coloré les écrans; l'utilisation des écrans oranges l'a fait disparaître, aux dépens, toutefois, d'une perception moins bonne des pourtour de l'écho.

Voyons à présent quelle est la nature de l'image donnée par le scope radar. Il est indispensable de rappeler que, malgré les progrès de la technique, l'écran radar n'offre pas d'image idéale des objets projetés. La complexité des processus électroniques, les qualités propres à la substance chimique du tube et les caractéristiques des objets détectés, ne permettent pas une netteté de projection semblable à celle des images recueillies dans les lunettes optiques. Des auteurs américains, WILLIAMS et BARTLETT, ont insisté sur l'aspect physiologique de l'image radar et ont observé notamment qu'il ne s'agit pas d'un spectre statique mais que la projection de l'image varie d'un moment à l'autre sur l'écran. Sa luminosité représente l'intensité réfléchissante de l'obstacle, elle est soumise à de nombreuses variantes techniques et dépend étroitement de l'éclairage ambiant.

Il existe, en effet, entre la luminance de l'écran, celle des échos et celle de la salle de détection, des gradients à respecter ou rapports optima. La question, étudiée par WILLIAMS, BARTLETT et KING, en 1948, a permis de montrer que les meilleurs résultats étaient obtenus pour une luminance de 0.07 nit des échos mobiles, valeur pour laquelle les temps de perception les plus courts étaient enregistrés. Pour obtenir une sensibilité optimum au contraste, l'écran ne doit pas présenter une luminance supérieure à 30 nits, ce qui, en fait, est réalisé, puisque la luminance des écrans oranges ne dépassent pas 15 nits et celle des écrans bleu-verts 10 nits. Pour ce qui est de la luminance d'ambiance, WILLIAMS et HANES, ont montré, en 1949, que la perception est abaissée lorsque l'éclairement du champ environnant dépasse la luminosité de l'écran de plus d'une demi-unité logarithmique. A de basses valeurs de la luminance d'ambiance, la couleur environnante ne joue aucun rôle, par contre, à des valeurs plus élevées, certaines couleurs favorisent la perception. La luminance d'ambiance ne doit pas dépasser celle des scopes. Elle peut être réalisée en différentes couleurs, orange, en particulier.

Autre aspect du rayonnement émis par le scope radar, l'intermittence des échos de détection. La lecture des écrans, surtout s'il

n'existe pas de supprimeur d'échos proches qui atténue tout au moins une partie des échos fixes, de même que l'exposition aux sources lumineuses fluorescentes dont les intermittences sont visibles, même aux fréquences infra-fusionnelles (50 périodes), ne manquent pas d'analogie avec la stimulation lumineuse intermittente appelée « Stroboscopie » telle qu'elle est pratiquée dans les laboratoires d'électro-encéphalographie.

Sur le plan pratique, on ne peut pas pousser l'analogie aussi loin car le scope radar, les sources lumineuses fluorescentes et le stroboscope n'ont, ni même couleur, ni même luminescence, ni même fréquence, ni même durée. Toutefois, l'observation chez certains lecteurs de scope de troubles nerveux mineurs pour lesquels on a donné des interprétations psychologiques qui semblent rester valables quand il s'agit de véritables épidémies de névrose, ne manque pas d'analogie avec les symptômes photogéniques mineurs, les effets psychologiques ou somatiques, provoqués par le stroboscope. Outre les petits troubles visuels qu'il amène, celui-ci provoque des réactions psychiques chargées de consonance affective avec malaise, anxiété, angoisse, réactions émotives violentes: les crises névropathiques sont d'observation courante, des secousses musculaires apparaissent qui intéressent les muscles palpébraux, qui se groupent parfois pour réaliser de véritables myoclonies de topographie le plus souvent brachiale. Ces effets photogéniques sont plus accusés chez les éthyliques et après un effort soutenu amenant une fatigue importante.

Là encore, on peut dire que les réactions engendrées par la luminosité intermittente du scope, ne sont pas suffisantes pour amener un tel tableau: elles restent toujours en deçà d'un seuil beaucoup trop élevé ou alors on s'adresse à un individu anormal.

Il faut plutôt considérer cette émission lumineuse intense et discontinue comme autant de phototraumatismes générateurs de fatigue visuelle avec baisse de l'acuité visuelle, qui peuvent entraîner à la longue des lésions plus ou moins profondes de l'appareil oculaire. On rapprochera de cet « effet stroboscopique » du scope, les passages fréquents du radariste de la pénombre de la salle de détection à l'éclairage luminescent des lampes de la salle de repos, dont la brillance atteint 4.500 nits. A ce sujet, PERDRIEL rapporte un cas de choroïdite séreuse centrale apparue après huit mois de lecture au scope chez un ODEM d'une vingtaine d'années chez qui on ne put faire la preuve d'une imprégnation tuberculeuse récente. Avec les auteurs japonais, rapportés dans la thèse inaugurale de THALABARD, il invoque le phototraumatisme répété à l'origine de cette lésion organique de l'œil.

ACTIVITE DES ANNEXES MUSCULAIRES DE L'ŒIL

Ainsi, l'œil du lecteur de scope radar est soumis à un rayonnement dont nous venons de voir les caractéristiques principales, nous avons montré la part qu'elles pouvaient prendre dans la constitution d'un syndrome fonctionnel de fatigue visuelle. Est-ce à dire que l'émission lumineuse du scope radar s'adresse à l'œil passif de l'ODEM?

Bien au contraire, et il suffit d'observer quelque peu le radariste pour se persuader de l'activité qu'il déploie. En effet, la surveillance du scope demande une vigilance permanente. L'ODEM doit véritablement rechercher à la surface de l'écran l'apparition d'un écho de détection, puis le différencier des échos fixes, en suivre la trace à chaque évolution de l'antenne. Ce travail demande une extrême mobilité de l'œil, faite de translations horizontales, verticales et de rotations. L'œil ne suit pas le spot lumineux qui se déplace à la surface du scope, mais travaille par saccades incessantes d'amplitude variable. Il existe donc une participation importante de l'appareil oculo-moteur dans le « geste » accompli par le radariste au cours de l'acte visuel.

Mentionnons, à ce sujet, les expériences particulièrement élégantes de GERATEWOHL, qui a pu objectiver, grâce à un ophtalmographe, les mouvements du globe oculaire au cours de la fixation du regard. Cette méthode originale lui a permis de démontrer que la synchronisation des mouvements des deux yeux était progressivement perturbée, de même que la stabilité de fixation, au cours de la lecture du scope radar; il précise, en outre, qu'il en résulterait, dans certains cas, des petits troubles physiologiques et même psychologiques.

D'autre part, la petitesse du spot, sa faible luminance, sont deux points qui sollicitent la vision de près.

ACCOMMODATION-CONVERGENCE EN VISION DE PRES

Pendant toute la durée du tour d'observation, l'ODEM travaille, penché sur son écran, sollicitant constamment son accommodation et sa convergence. Les musculatures intrinsèque et extrinsèque entrent donc en jeu avec une intensité soutenue.

Que ce soit donc par les qualités du rayonnement ou par l'acte visuel lui-même, nous devons admettre que bien des conditions sont réalisées pour que se constitue une fatigue visuelle subjective au

cours de la veille au scope. Nous pouvons apprécier de la même manière l'importance particulière du travail visuel des opérateurs de radar et mieux comprendre la fréquence de l'asthénopie chez les O D E M. Dans ce sens, DAILY précise que 20 % des personnes soumises au radar souffraient de céphalalgies frontales et d'occasionnelles douleurs intra-orbitaires.

ACTIVITE INTELLECTUELLE

Après des vues générales sur la vie souterraine, après une étude plus particulière des conditions propres au travail visuel du radariste, nous terminerons ce chapitre par un court exposé sur l'attention dont il doit faire preuve tout au long de son travail. Elle est, certes, à la base de toute concentration et c'est bien le cas du radariste. Une certaine fatigue générale peut lui être imputée surtout si l'attention développée est soutenue. Il est malaisé de donner ici une définition concise de l'attention d'autant que l'abondance des discussions à son sujet n'a en rien clarifié le problème. Essayons simplement d'en dégager les diverses composantes et d'analyser le mécanisme qui les lie.

Dans tous les cas, qu'elle soit volontaire ou spontanée, le premier ressort de son mécanisme se situe dans une perception sensorielle. Cette dernière est variable : audition, vision dans le cas qui nous occupe, et peut être unique ou se combiner à une autre de nature différente pour interférer. Ici, la volonté semble indispensable dans l'acte visuel; par conséquent, en premier lieu, composante sensorielle visuelle avec acte volontaire. Vient ensuite la sensation qui fait intervenir d'autres mécanismes à des niveaux supérieurs du système nerveux central; ici encore, il existe un acte volontaire avec sélection des images reçues, qui fait intervenir aussi la mémoire visuelle. On peut dire schématiquement que l'attention est successivement, sensation, perception, discrimination et prise de conscience. Il existe là encore, nous le voyons, un effort de plus demandé à l'O D E M. Toutefois, il se produit dans une certaine mesure une adaptation de l'attention. A la tension aiguë de l'attention soutenue nécessitée par un champ visuel en mouvement ou une discrimination laborieuse, succède un état de veille ou attention latente moins pénible et qui permet cependant une reprise de conscience immédiate à n'importe quel moment. Intervient donc une habitude qui permet d'améliorer la performance au bout d'un moment, faute de quoi, cet état de veille prolongé indéfiniment entraînerait une grande fatigue du sujet.

RESUME

Avant de passer justement à l'étude de la fatigue du radariste, envisageons une dernière fois les conditions de son travail qui sont en même temps les facteurs de ce syndrome fonctionnel.

Adaptation à de nouvelles conditions d'existence souterraine en atmosphère obscure et confinée qui s'adresse à des effecteurs divers et met en jeu des réactions d'ordre général. Irradiation de l'œil par des radiations appartenant au spectre visible nécessitant une adaptation aux faibles luminances et créant un éblouissement à cause de son intermittence. Effort soutenu des musculaires extrinsèques et intrinsèques de l'œil dans des conditions peu favorables de vision rapprochée. Enfin attention soutenue pendant toute la durée de la lecture au scope, que seule l'habitude permet de rendre supportable.

Ces prémisses posés, nous pouvons exposer dans une seconde partie le syndrome fonctionnel du lecteur de scope radar.

CHAPITRE II

ÉTUDE DU SYNDROME FONCTIONNEL DU LECTEUR DE SCOPE-RADAR

Au moment d'aborder l'étude d'un syndrome fonctionnel de fatigue propre à l'ODEM, nous trouvons opportun de nous arrêter un instant à quelques généralités élémentaires.

QUELQUES DEFINITIONS DE LA FATIGUE EN GENERAL

Bien que des plus courantes, la notion de fatigue n'en est pas moins mal définie. Pourtant, peu nombreux seraient les individus qui ne sauraient en faire une description détaillée, pour l'avoir maintes fois ressentie.

Ici encore, la documentation abonde montrant la difficulté qui réside dans l'argumentation du « fait physiologique ». Les auteurs prennent des critères différents, ce qui explique les divergences de leur langage.

WESTON, à ce sujet, rapporte une définition du terme « fatigue » qui date de la fin du XIX^e siècle. « la fatigue est définie par une diminution de la capacité de travail, dans ce sens, elle peut, ou ne peut pas, être reliée de façon définie à la sensation particulière qu'on désigne lorsqu'on dit : je me sens fatigué ». Cette définition faisant intervenir, par ailleurs, une notion subjective, amène une nouvelle inconnue, la capacité de travail.

GRANDPIERRE, lui, en fait « une affection psycho-somatique d'une certaine durée apparaissant chez le sujet à la suite d'un travail effectué dans des conditions rendant impossible une récupération physique comme psychique immédiate ». Il définit ainsi un état psycho-somatique moyen qu'on pourrait représenter graphiquement comme une ligne parallèle à l'axe des abscisses: la fatigue se traduirait alors par

une inflexion de la courbe vers le bas, à la manière du fléchissement du tonus musculaire par exemple. Cette définition a le mérite de l'objectivité, si difficile à posséder en pareil cas, et nous permet d'accéder directement à la compréhension de ce phénomène général.

L'asthénopie, qui nous occupe, lui est superposable de la même façon. Elle concerne un appareil particulier, certes, mais les définitions restent valables et peuvent lui être appliquées. Toutefois, dans ce cas, la définition de WESTON, qui fait intervenir la notion de rendement, prend ici toute sa valeur; un des signes majeurs de la fatigue visuelle étant, en effet, une altération de la capacité visuelle.

TERMINOLOGIE DE « LA FATIGUE VISUELLE »

Nous devons, à cet endroit, quelques explications. L'appareil visuel comporte, en effet, plusieurs parties très différentes les unes des autres. Il fait intervenir l'œil en premier lieu, avec ses milieux réfringents, ses annexes musculaires extrinsèques et intrinsèques, mais aussi la rétine, émanation périphérique du système nerveux central et les différents relais nerveux cérébraux. L'acte visuel met donc en jeu tout cet ensemble et le travail visuel demande une participation active à tous ces niveaux. La sensibilité à la fatigue est-elle la même pour chacun d'eux? Autrement dit, l'asthénopie représente-t-elle la somme des fatigues partielles accusées par les différentes parties de l'appareil oculaire? Il ne semble pas qu'il en soit ainsi; mais avant d'aller plus loin ouvrons tout de suite une parenthèse.

Nous avons employé jusqu'ici indifféremment les termes de fatigue visuelle, fatigue oculaire, asthénopie. Que signifient-ils exactement? Nous appellerons fatigue visuelle, celle qui touche les organes centraux de l'appareil visuel, à savoir, le cortex cérébral, les relais cérébraux et la rétine.

Nous appellerons fatigue oculaire, celle qui atteint ses organes périphériques, l'œil, ses différents milieux optiques, ses appareils musculaires extrinsèques et intrinsèques, à l'exclusion de la rétine. Nous utiliserons le terme « asthénopie » indifféremment dans l'un ou l'autre cas.

PARTICIPATION EVENTUELLE DE LA RETINE DANS L'ASTHENOPIE

Ceci posé, nous pensons qu'il existe une sensibilité différente de l'appareil visuel à la fatigue centrale et à la fatigue périphérique.

Nous n'en voulons pour preuve que l'unanimité des auteurs sur ce sujet. Ainsi LEGRAND et BAUMGARDT énoncent-ils : « Il n'existe aucun fait suggérant l'idée que la rétine, elle-même, puisse accuser un état de fatigue spécifique. Par contre la fatigue oculo-musculaire existe bien et peut porter soit sur le pouvoir de convergence, soit sur la marge d'accommodation. » Leur étude de la vitesse de rétablissement du seuil différentiel au cours d'un éblouissement, susceptible d'être influencé par un état de fatigue centrale, vient corroborer leurs dires.

Un travail analogue, utilisant pour test « la fréquence critique de fusion du scintillement », exposé dans la thèse de LAVALOU sur la fatigue visuelle du radariste, ne montre pas, là encore, de participation particulière d'une fatigue centrale.

Nous citerons DUBOIS-POULSEN et ROZAN en dernier lieu : « Il est nécessaire de délimiter le sujet et de procéder par étapes et études successives. Ainsi, voulant aller au plus important d'emblée, sommes-nous partis de la vieille idée de DONDEES, que la fatigue musculaire est la plus importante et nous sommes-nous adressés à l'accommodation. BONNET et PETREQUIN, n'ont-ils pas exclu la rétine de l'asthénopie? »

Suivant leur exemple, nous nous en tiendrons donc à l'étude de la fatigue oculaire (fatigue accommodative et de convergence) qui affecte surtout le muscle ciliaire et la musculature extrinsèque de l'œil.

CONDITIONS D'APPARITION DE L'ASTHENOPIE

Plaçons, en tête de cet exposé, cette citation de WESTON qui vient singulièrement définir les facteurs de la fatigue oculaire telle que nous l'entendons.

« Des conditions indiscutablement mauvaises d'éclairement et « du travail forcé » pour les yeux — c'est-à-dire, une attention soutenue et une posture non physiologique (y compris celle qui consiste à rapprocher les yeux trop près du travail) — sont nécessaires pour provoquer la fatigue visuelle chez des personnes qui ni présentent ni d'anomalies optiques ni de syndromes d'ordre neuro-musculaire. »

Nous allons maintenant analyser les facteurs anatomiques ou psycho-sensoriels qui, par leurs anomalies ou leur perturbation fonctionnelle, sont susceptibles de déterminer un phénomène de fatigue anormalement précoce et d'engendrer un tableau presque toujours identique à lui-même (47 % des ODE M).

ETUDE CLINIQUE DE LA FATIGUE OCULAIRE

La fatigue oculaire résulte donc du surmenage de l'œil et de ses annexes motrices. Habituelle et d'apparition précoce chez les sujets présentant des troubles de la vision ou une déficience de l'état général, elle apparaît néanmoins chez des sujets sélectionnés et dont l'examen ophtalmologique n'a rien montré de particulier.

L'attention soutenue et la succession d'actes moteurs et psychosensoriels rapides en sont le *primum movens*. Elle peut toucher, nous l'avons vu, la musculature oculaire extrinsèque et intrinsèque ainsi que les centres nerveux. En fait, on admet aujourd'hui, et malgré bien des divergences de vue, qu'il existe une diminution de l'excitabilité musculaire et nerveuse périphérique, avec une chute des potentiels d'action au niveau des synapses et des centres réflexes coordinateurs protubérantiels et pédonculaires.

Venons-en à la fatigue oculaire proprement dite, ses principales manifestations et ses causes déterminantes.

Elle tient à la fatigue du muscle ciliaire, sans corollaires morbides particuliers, et, dans tous les cas, avec conservation de l'intégrité de l'acuité visuelle. On la trouve le plus souvent chez l'adulte jeune, et ce fait a parfois fait mettre en cause un astigmatisme incipiens.

Parmi ses facteurs favorisants, on a rangé l'état général. (lymphatisme, convalescence), le terrain. (troubles de la nutrition, déséquilibre endocrinien), et la stabilité neuro-végétative: le facteur déterminant réside dans les conditions d'éclairage du milieu, nous l'avons souligné à plusieurs reprises.

Essayons maintenant d'en exposer la symptomatologie. Au bout d'un moment de travail visuel en vision de près, le sujet a bientôt la sensation d'un voile, d'un brouillard, interposé entre ses yeux et ce qu'il regarde. S'il persiste à travailler dans ces conditions, ce flou s'épaissit de plus en plus, à moins qu'il ne se repose un instant en fermant les yeux, ou encore en fixant un point quelconque de l'espace, ce qui a, pour effet, de relâcher la tension de son appareil ciliaire.

Dans le cas contraire, le tableau se complète et offre plusieurs ordres de signes. Des signes fonctionnels d'intensité croissante: le sujet se plaint de picotements oculaires, de brûlures de la conjonctive qui s'accompagnent de larmoiement: il note bien vite une sensation de tension oculaire, des céphalées à prédominance frontale, pouvant dans certains cas amener une photophobie transitoire.

Des signes physiques apparaissent en même temps allant de la congestion du bord palpéral à la blépharite, parfois même à la conjonctivite avec un œil rouge et hyperhémie.

Tous ces signes au début s'amendent avec le repos et réapparaissent avec la reprise du travail, ceci d'autant plus vite que la durée du travail augmente.

Dans certains cas d'asthénopie accommodative intense, on peut voir le tableau se compléter de signes généraux divers, en rapport avec le fond psycho-somatique du sujet. Citons les nausées, les bouffées de chaleur, l'hyperidrose cutanée des extrémités et des sympathalgies diverses. Mentionnons au passage le rôle important joué par la fatigue générale dans la genèse et l'entretien de la fatigue accommodative, ainsi que la participation non négligeable du milieu. On ne peut, en effet, dissocier chez un individu, les effets locaux d'une stimulation ou d'une agression, du retentissement organique qu'elles peuvent amener et inversement: la fatigue générale est provocatrice de fatigue visuelle chez un sujet dont le travail essentiel est de « voir ».

On peut caractériser objectivement cette fatigue oculaire par plusieurs tests. D'après l'Américain HILL, on note une asthénopie à la vision de près, une augmentation de l'amplitude d'accommodation, un relâchement anormal de cette accommodation et une insuffisance latente de convergence. WEBER, précise qu'en aucun cas la fatigue oculaire ne s'accompagne de baisse de l'acuité visuelle, mais seulement d'une variation du punctum proximum.

Voici donc les signes cardinaux de ce syndrome original propre à l'ODEM, en particulier. Rappelons qu'il apparaît avec une fréquence non négligeable chez la moitié des radaristes. Nous devons signaler un diagnostic différentiel avec le spasme de l'accommodation; d'installation subite, il laisse une vision nette des objets, ce qui le différencie radicalement du syndrome ci-dessus décrit.

CAUSES DE LA FATIGUE OCULAIRE

Les causes susceptibles de déclencher cette fatigue oculaire sont nombreuses et variées. Elles peuvent être groupées en causes extrinsèques et causes intrinsèques qui, d'ailleurs, n'ont pas toutes la même valeur et la même fréquence.

Voyons ces dernières en premier lieu. Chez le sujet normal, l'asthénopie est essentiellement en rapport, d'une façon directe ou

indirecte, avec la valeur anatomo-physiologique de l'œil, à l'exclusion de la fonction propre de la rétine. On peut dire, avec BONNET et PETREQUIN, que la fatigue rétinienne n'intervient probablement pas dans la fatigue oculaire.

Sans tomber dans une énumération fastidieuse, passons en revue les principales anomalies anatomo-physiologiques favorisant le syndrome d'asthénopie.

Quelle est, en effet, l'incidence des anomalies organiques de l'appareil visuel dans l'apparition du syndrome de fatigue oculaire de l'ODEM? Elle est prédominante et le Professeur A. MERCIER, l'a soulignée très justement dans une communication à la Société Française d'Ophtalmologie: c'est aussi l'avis que PERDRIEL a exprimé à plusieurs reprises dans de nombreux articles de la *Médecine Aéronautique*.

Chez 75 % des ODEM présentant des troubles subjectifs et objectifs de fatigue oculaire, on retrouve des altérations oculaires.

On doit accuser en premier lieu et pour un pourcentage élevé, les amétropies (49 %). Il s'agit le plus souvent d'une baisse de l'acuité visuelle occasionnée fréquemment par un astigmatisme myopique supérieur à une dioptrie, ou une hypermétropie supérieure à 1.5 dioptries.

Notons, au passage, que le myope est un ODEM idéal, puisqu'il est habitué à la vision de près, mais viennent s'ajouter parfois des lésions de choroïdite myopique incompatibles avec cette spécialité.

Dans un deuxième groupe, on range les anomalies de l'équilibre oculo-moteur. La fatigue oculaire semble proportionnelle à certaines variétés d'hétérophorie: l'hyperphorie et l'exophorie seraient les anomalies qui engendreraient les troubles les plus sévères. Il a été donné à PERDRIEL d'examiner un hyperphorique de deux dioptries qui présentait devant l'écran du scope radar une symptomatologie fonctionnelle accentuée qui allait jusqu'à une tendance nauséuse avec vomissements. Le changement de spécialité l'a radicalement supprimée.

Dans un troisième groupe, nous placerons les anomalies de la vision scotopique et du sens morphoscopique nocturne. Les sujets ayant un seuil morphoscopique élevé présentent une fatigue visuelle accrue lors de la lecture du scope radar. Par contre, les lecteurs ayant un seuil normal améliorent leur sens morphoscopique nocturne après plusieurs heures passées devant l'écran du scope. Dans le même ordre d'idées, on a démontré avec l'adaptomètre de Blet, que le seuil de vision nocturne était inférieur à la normale chez les ODEM entraînés.

Dans un quatrième groupe, nous citerons les anomalies fonctionnelles à manifestation centrale.

Il semble donc logique d'admettre que dans près de deux tiers des cas, la fatigue oculaire de l'ODEM est occasionnée par un vice de réfraction ou par une défaillance de l'équilibre oculo-moteur. Il n'en reste pas moins certain que des troubles visuels se manifestent aussi chez le tiers restant des opérateurs dont l'appareil oculaire est indemne de toute altération organique. Leurs causes doivent être recherchées dans les conditions mêmes du travail du radariste, génératrices de fatigue accommodative. Nous en ferons la démonstration dans le dernier chapitre de ce travail.

Citons pour terminer, la fatigue générale, la fatigue musculaire, l'attention soutenue, certains états pathologiques latents d'origine endocrine ou métabolique.

Passons maintenant aux causes extrinsèques classiques. Elles sont très variées et de ce fait une classification s'impose.

En premier lieu, les causes physiques essentielles ou efficientes. Nous les avons vues et analysées en leur temps; ce sont surtout les effets de la lumière. L'éclairement et sa brillance, le contraste et l'éblouissement. Toute lumière intense continue ou discontinue est nocive pour l'œil. Elle peut, à la longue, entraîner non seulement un certain état de fatigue, mais aussi des lésions plus ou moins profondes de l'appareil visuel.

La lumière agit sur l'œil par sa brillance, sa direction et sa durée d'application: elle agit seulement d'une façon élective par les différentes radiations dont elle est composée. Ici, les radiations lumineuses émises par le scope et qui sont comprises entre les limites du spectre visible, donnent lieu, si elles sont très intenses, au phénomène de l'éblouissement. De courte durée et isolé, ses conséquences ne sont pas graves et se limitent à un trouble de l'adaptation lumineuse. Répété et persistant, la fatigue oculaire apparaît, s'accroît et parfois s'aggrave. Dans certains cas, on a noté un trouble de l'accommodation et une diminution du pouvoir de convergence. Mais l'éblouissement n'a pas seulement une action oculaire, il est inducteur d'inconfort et de maladresse. Il affecte la performance par baisse de la sensibilité différentielle, ce qui entraîne une baisse d'acuité.

L'éblouissement dépend de nombreux facteurs, mais il varie essentiellement avec la luminance du fond et la position de la source lumineuse dans le champ visuel. Il peut ainsi être direct, ou indirect, et dans ce cas devenir moins gênant mais plus dangereux.

Dans le cas particulier de l'ODEM, l'éblouissement a lieu toutes les fois qu'il sort de la salle de détection, quand il passe de la

pénombre à la lumière vive des tubes fluorescents; il en est de même lorsque le contraste est trop vif entre la luminosité de l'écran panoramique et l'éclairement ambiant. Ce phénomène peut exister aussi directement à la lecture du scope; il relève dans ce cas de contraste existant entre une luminosité donnée du fond de l'écran et la brillance des échos fixes dont le rayonnement se situe dans la partie gauche du spectre. Ces effets sont beaucoup moins accentués lorsqu'il s'agit d'échos mobiles dont le spectre lumineux est décalé vers la droite et intéresse des fréquences situées dans le vert et le jaune.

Nous citerons, pour mémoire, l'action du froid, du vent et du bruit, qui sont des causes secondaires ou favorisantes de faible importance en ce qui concerne l'ODEM.

Parmi les causes chimiques, se placent l'action des gaz, fumées et vapeurs toxiques; la vie en air confiné modifiant sensiblement le rapport normal de l'oxygène et du gaz carbonique; les diverses intoxications possibles, alimentaire (avitaminose, en particulier), médicamenteuse (arsénicaux, quinine), et surtout alcool-nicotinique.

Ainsi, après avoir analysé la fatigue accommodative du lecteur de scope radar, ayant précisé ses modalités d'apparition, nous pouvons passer à l'étude expérimentale mettant en évidence sa réalité avant toute symptomatologie fonctionnelle.

CHAPITRE III

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DE LA FATIGUE ACCOMMODATIVE DU LECTEUR DE SCOPE-RADAR

Nous venons de le voir, la fatigue est un phénomène à la fois général et répandu, en même temps qu'un concept des plus courants. Cependant, elle apparaît inabordable au chercheur qui veut l'étudier avec rigueur. Autant des grandeurs physiques, comme le « Travail » ou la « Puissance », par exemple, sont parfaitement définies et mesurables grâce à leurs unités, autant la notion de fatigue reste vague et essentiellement subjective.

DIFFICULTE D'UNE ÉTUDE RIGoureuse DE LA FATIGUE OCULAIRE

Cette ignorance demeure en ce qui concerne la fatigue oculaire, cas particulier de ce phénomène très général. On ne peut donc avoir une mesure « intégrale » de l'asthénopie à partir d'une performance donnée de l'œil. Par contre, il est possible de se faire une idée de l'action d'un certain travail visuel sur la capacité visuelle, en étudiant les modifications d'une capacité particulière, comme le pouvoir accommodatif ou les variations de la fréquence critique de fusion du scintillement.

UTILISATION D'UN TEST EXPLORANT LA CAPACITÉ VISUELLE

Ainsi, l'étude comparative de tests appliqués avant et après une séance de travail visuel, permet de mettre en évidence et d'apprécier une fatigue objective de l'œil.

Mais quelle est la valeur d'une méthode aussi empirique? En réponse à cette question, nous citerons LEGRAND et BAUMGARDT : « Le caractère nécessairement arbitraire des performances choisies pour tester la fatigue implique qu'un résultat positif suggère l'existence d'un état de fatigue mais qu'un résultat négatif ne suggère pas l'absence de fatigue. »

De la même façon, l'absence d'unité de mesure, pour la fatigue, interdit tout résultat numérique à partir des données de l'expérimentation. Enfin, il ne faut pas s'attendre à des variations considérables des performances sensorielles choisies tant que la fatigue n'a pas atteint un point tel, que tout travail est devenu impossible.

Donc, pendant longtemps, malgré les descriptions cliniques nombreuses, cette question pourtant capitale resta très imprécise.

TRAVAUX ANTERIEURS

En 1947, deux auteurs, DUBOIS-POULSEN et ROZAN, se mirent en devoir d'étudier scientifiquement la question. Le principe général de leur expérimentation est légèrement différent de celui qui vient d'être exposé ci-dessus.

Le point de départ de leurs travaux est l'hypothèse de DONDERS, à savoir que la fatigue musculaire oculaire est déterminante dans l'asthénopie, l'objet de leurs mesures, l'accommodation. Ils transposent un résultat acquis à propos d'un problème plus général, la chute de l'amplitude de contraction musculaire, conséquence de la fatigue musculaire, et l'appliquent à l'étude de la fatigue accommodative.

Ils utilisent un test de lecture que le sujet en expérience rapproche jusqu'à son *punctum proximum*, c'est-à-dire jusqu'aux limites de la vision nette; il l'éloigne à une trentaine de centimètres et le rapproche à nouveau jusqu'au *punctum proximum* suivant un mouvement de va-et-vient comparable à celui du poids d'un ergographe. La fatigue oculaire survenant, le test ne peut plus être porté aussi près de l'œil sous peine de voir trouble, autrement dit, le *punctum proximum* s'éloigne. Un système de poulies permet d'enregistrer le mouvement obtenu sur un cylindre recouvert de noir de fumée par un style inscripteur solidaire du test de lecture.

BERENS et STARCK, en perfectionnant cet appareil, en arrivent aux résultats suivants : l'amplitude du mouvement enregistré augmente au cours de l'examen dans 28,7 % des cas; elle reste constante dans 50 % des cas, enfin, elle décroît dans 30,8 % des cas.

L'expérience est menée successivement en vision mono et bino-culaire. Il en ressort que la fatigue en vision binoculaire est d'apparition plus précoce car s'y ajoute la fatigue de convergence qui est d'installation rapide. On retrouve dans leurs conclusions les facteurs pouvant influencer la forme des courbes enregistrées, et par là, causer une fatigue accommodative; nous les avons dégagés nous-mêmes dans le précédent chapitre.

TEST D'ACCOMMODATION DE LEGRAND ET BAUMGARDT

Pour notre étude de la fatigue accommodative du lecteur de scope radar, nous utiliserons les variations de la marge d'accommodation comme test de fatigue oculaire. Il est voisin du test de DUBOIS-POULSEN et ROZAN, en ce qui concerne le choix de la performance oculaire, mais son mode opératoire est sensiblement différent.

Ce test d'accommodation a été employé en 1956 par LEGRAND et BAUMGARDT, pour une étude comparative de quelques performances visuelles sous éclairage fluorescent alimenté soit en courant continu, soit en courant alternatif. Nous devons remercier vivement ces deux auteurs ici-même pour leurs conseils éclairés et bienveillants, et pour le temps qu'ils ont bien voulu nous accorder avec tant de cordialité.

Nous nous servirons donc de leur appareillage, aimablement mis à notre disposition par le Laboratoire de Psychologie Expérimentale et Comparée de la Sorbonne.

Il s'agit d'un banc d'optique à deux rails parallèles sur lesquels peut glisser un petit chariot porteur du test principal. Celui-ci, comparable au test de lecture de DUBOIS-POULSEN et ROZAN, est une bande de carton allongée dans le sens vertical, où sont représentés, les uns au-dessous des autres, des petits anneaux de Landolt de un millimètre de diamètre extérieur, orientés de manière différente. En faisant coulisser la bande de bas en haut ou de haut en bas à l'intérieur de sa glissière, on fait apparaître successivement devant une petite fenêtre circulaire, tel ou tel anneau de Landolt sous une orientation donnée.

La lecture du test a lieu de la manière suivante. Il est nécessaire d'adapter le sujet en expérience à l'ambiance lumineuse régnant à l'endroit où se font les mesures — il s'agissait pour nous des lieux mêmes de la salle de détection — et ceci pendant quelques minutes. Assis devant la table supportant le banc du test principal, il accommode dans un premier temps sur un anneau de Landolt de 5 centimètres de diamètre extérieur éclairé en transparence par une lu-

mière électrique de type courant, et situé à une distance de 5 mètres. L'orientation de la brisure de cet anneau est distinguée sans aucune difficulté, elle n'a d'ailleurs aucune importance dans ce qui va suivre, puisqu'elle ne varie pas du début jusqu'à la fin des mesures.

Ce premier temps présente un double intérêt. Il détermine à coup sûr un état d'accommodation donné, toujours le même avant chaque lecture et pour chaque individu; ensuite, il distrait l'attention du sujet en expérience pendant les diverses manipulations de l'opérateur.

Deuxième temps opératoire, on présente au sujet un petit anneau de Landolt du test principal sous une orientation qu'il ne connaît pas. Il est supporté par le chariot alors placé entre ses yeux et le punctum proximum de vision distincte — l'expérience a lieu en vision binoculaire, dans les conditions mêmes de lecture au scope.

L'accommodation étant dans la plupart des cas impossible à cette distance, la vision du test est parfaitement floue et le sujet ne distingue pas l'orientation de la brisure du petit anneau. Il repousse alors de la main le chariot, lentement et sans à-coups, jusqu'à ce que la lecture soit possible. En général, le test reste en deçà du punctum proximum et s'il n'est pas parfaitement distingué, une certaine asymétrie est suffisante pour permettre une orientation satisfaisante. A ce moment-là, l'opérateur lit sur une échelle graduée en millimètres, solidaire du banc, la distance séparant la position zéro de départ du chariot de sa position finale.

Cette valeur donne la marge d'accommodation du sujet à un moment donné, après un travail donné. On demande ainsi douze déterminations successives, en faisant varier l'orientation de la brisure à chaque fois, moment pendant lequel le sujet accommode sur le gros anneau de Landolt. La moyenne arithmétique des douze valeurs trouvées de cette façon, donne un résultat statistiquement plus proche de la réalité, d'autant qu'il faut compter avec la maladresse initiale du sujet, peut-être impressionné par la nouveauté et la succession rapide des gestes à accomplir.

LES SUJETS

Ainsi, chaque sujet a été testé en début de séance, soit après une période de repos oculaire relatif où l'activité de l'œil se borne à la vision normale en dehors de la lecture du scope; nouveau test au milieu de la vacation, soit une demi-heure après le début de la veille au scope; enfin, dernier test à la fin de la séance, soit après une heure de détection.

Dans un deuxième tableau figurent les résultats globaux et définitifs pour l'ensemble des sujets.

EN ACCORD AVEC L'HYPOTHÈSE DE TRAVAIL

Sujet	L,0		L,1		L,2
N° 1	3,1	↗	3,9	↗	5,2
N° 2	4,9	↗	5,2	↗	7
N° 3	6,9	↗	7,3	↗	7,6
N° 4	5,8	↗	5,9	↗	6,9
N° 5	4,5	↗	8,3	↗	8,4
N° 6	4,7	↗	4,9	↗	5
N° 7	2,6	↗	3,2	↗	4,9
N° 8	4,5	↗	—	↗	6,9

EN DÉSACCORD AVEC L'HYPOTHÈSE DE TRAVAIL

N° 9	5,6	↘	4,4	↘	4
N° 10	3,9	↗	4,3	↘	4
N° 11	5,8	↘	5,2	↘	5,1
N° 12	5,9	↘	4,9	↘	4,7
N° 13	4,2	↗	5,8	↘	4,7
N° 14	6,8	↗	6,9	↘	6,2
N° 15	6	↗	7,7	↘	6,7
N° 16	4,2	↘	3,6	↗	4,1

INDIFFÉRENTS

N° 17	2,6	→	2,6	→	2,6
N° 18	2,6	→	2,6	→	2,6
N° 19	2,6	→	2,6	→	2,6

Nous avons donc étudié la fatigue accommodative et sa participation au syndrome général de fatigue oculaire chez 19 radaristes indemnes de toute altération organique du tractus visuel.

L'application, à cette étude, du test de LEGRAND et BAUMGARDT, portant sur la mesure des variations de la marge d'accommodation, nous a permis de classer ces sujets en trois groupes :

Un premier groupe comprenant 42 % des ODEM qui accusent une augmentation de la marge d'accommodation après la lecture du augmentation de la marge d'accommodation après la lecture du scope, autrement dit, qui présentent une fatigue de leur muscle ciliaire après une tâche visuelle.

Un deuxième groupe comprenant 42 % des O D E M qui accusent une diminution de la marge d'accommodation, et par là, une adaptation à la vision de près et une performance visuelle améliorée.

Un troisième groupe comprenant 15 % des O D E M, qui restent indifférents à toute espèce de fatigue oculaire.

Plusieurs remarques restent à faire avant d'en finir avec le test et son mode opératoire.

En premier lieu, nous avons été frappés par les résultats élevés trouvés au début de chaque série de 12 déterminations, comme si la marge d'accommodation variait en cours d'expérience. S'agit-il d'une adaptation insuffisante à l'ambiance lumineuse du lieu d'examen au début des mesures? Nous penchons plutôt pour une accoutumance du sujet à la lecture du test principal. En effet, il cherche au début à distinguer le test aussi net que possible, et pour cela, il doit éloigner le chariot au-delà de son *punctum proximum* de vision distincte. Il s'aperçoit, par la suite, qu'une vision même floue de l'anneau lui livre l'orientation de la brisure par une certaine asymétrie de l'ensemble.

Signalons également, pour tous les sujets, la nécessité d'un éloignement plus important du test principal lors des positions verticales de la brisure, qu'elle soit dirigée vers le haut ou vers le bas. Il s'agit très certainement, dans ce cas, d'un astigmatisme physiologique latent, l'œil faisant travailler un méridien moins réfringent de la rétine pour cette direction.

Enfin, les variations de la marge d'accommodation enregistrées ne dépassent guère une dizaine de millimètres au maximum. Cependant, la variation est suffisamment sensible pour qu'on puisse invoquer un facteur autre que le hasard à son origine.

Par ailleurs, les résultats obtenus sont exactement superposables aux sensations subjectives rapportées par les sujets testés. Seul, le premier groupe ressent une fatigue oculaire après lecture du scope, fatigue directement liée à l'effort soutenu du muscle ciliaire et cédant rapidement avec l'arrêt de la tâche visuelle.

D'autre part, cette fatigue accommodative n'atteint généralement pas un degré tel que toute lecture devient impossible, par suite de la récupération rapide du muscle ciliaire.

Enfin, la maniabilité de l'appareil comme la simplicité de son mode opératoire, autorisent, semble-t-il, la systématisation de ce test, conjointement aux examens ophtalmologiques courants, pour une sélection plus fine encore des individus dont la performance visuelle est la meilleure.

CONCLUSIONS

I. — L'utilisation du radar s'avère indispensable pour assurer la sécurité de la navigation aérienne.

Les opérateurs de détection électro-magnétique travaillent dans des conditions visuelles très difficiles et il existe un syndrome caractérisé de fatigue oculaire.

II. — L'importance des amétropies, des troubles de l'équilibre oculo-moteur explique, dans près de 75 % des cas, la genèse de cette asthénopie.

III. — Il importait de rechercher la cause de cette fatigue chez les lecteurs dont l'appareil oculaire était indemne de toute altération organique.

IV. — Notre expérimentation, réalisée à l'aide de l'appareillage de LEGRAND et BAUMGARDT, met en évidence le rôle de l'asthénopie accommodative.

La défaillance du muscle ciliaire, en effet, apparaît seulement chez les lecteurs présentant une symptomatologie fonctionnelle.

V. — Pour éviter que l'acte accommodatif ne perde sa précision, il est nécessaire de limiter à une heure le travail de l'opérateur de détection électro-magnétique.

Vu, le Doyen :
BINET

Vu, le Président de Thèse :
RENARD

Vu et Permis d'imprimer,
le Recteur de l'Académie de Paris :
SARRAILH

BIBLIOGRAPHIE

- BARTLETT (N.R.), SWEET (M.L.). — (*Journ. Oph. Soc. Amer.*, 1949, t. 39, p. 470.)
- BAUMGARDT (E.), LEGRAND (Y.). — Eclairage par fluorescence et fatigue visuelle. (*Ann. Ocul.*, octobre 1956.)
- Etude comparative de quelques performances visuelles sous l'éclairage fluorescent à courant continu et à courant alternatif. (*Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, n° 27, cahier 230.)
- BELlici (P.). — La fatigue oculaire des opérateurs radar. Conférence faite à la XIV^e Session de l'Office International de Documentation de Médecine Militaire, Rome, octobre 1953. (*Bull. Intern. Ser. San.*, 1954, 27, 6, 280-9.)
- BERENS, STARCK. — Etudes sur la fatigue oculaire. III, fatigue de l'accommodation. historique. Appareils et méthodes d'étude graphique. Observations expérimentales et cliniques. (*Amer. J. Oph.*, mars 1932, pp. 216 à 223.)
- Etudes sur la fatigue oculaire. IV, fatigue de l'accommodation. Observations expérimentales et cliniques. (*Amer. J. Oph.*, juin 1932, pp. 527 à 542.)
- BEREST (N.), GIBERT (A.P.), PERDRIEL (G.). — Prévention de la fatigue visuelle chez les opérateurs de scope radar. (*Méd. Aér.*, 1956, 4^e trim.)
- BEREST (N.), PERDRIEL (G.). — Etude analytique des facteurs d'asthénopie chez les lecteurs de scope radar. (*Méd. Aér.*, 1956, 2^e trim.)
- BRODY (S.I.). — Military aspects of the biological effects of microwave radiation. Symposium on physiologic and pathologic effects of microwave. IRE transactions on medical electronics. (New-York, N.Y., vol. PGME, 4 feb. 1956, pp. 8-9, also other papers in this volume.)
- CLARK (J.W.). — Effects of intense microwave radiation on living organism. Proceedings Institute of radio engineers. (New-York, N.Y. septembre 1950, vol. 38, pp. 1.028-1.082.)
- COLER (M.A.), BARNET (F.R.), LIGHTBODY (H.A.), PERRY (J.R.). — Proceedings Institute of radio engineers. Conductive plastic materials. (New-York, N.Y., feb. 1950, vol. 38, p. 117.)
- CONGLIANETTI. — Sur les temps de l'effort maximum d'accommodation chez les sujets normaux. (*Soc. Fr. Oph.*, XXXVIII^e Congrès, 1925.)
- Méthodes nouvelles pour la mesure des temps d'accommodation. (*Arch. Ottol.*, janvier 1923, pp. 25 à 46.)

- DAILY (I. Jr), WAKIM (K.G.), HERRICK (J.F.), PARKHILL (F.M.), BENEDICT (W.L.). — The effects of microwave diathermy on the eye. An experimental study. (*Amer. J. Oph.*, Chicago III, 1950, 3 séries, vol. 33, pp. 1.241-1.254.)
- DAILY (I. Jr), WAKIM (K.G.), PARKHILL (F.M.), BENEDICT (W.L.). — The effects of microwave diathermy on the eye of the rabbit. (*Amer. J. Oph.*, Chicago III, july 1952, vol. 35, pp. 1.001-1.047.)
- DAILY (I. Jr), ZELLER (E.A.), WAKIM (K.G.), HERRICK (J.F.), BENEDICT (W.L.). — Influence of microwave on certain enzyme system in the lens of the eye. (*Amer. J. Oph.*, Chicago III, septembre 1951, 3 séries, vol. 34, pp. 1301-1306.)
- DUBOIS-POULSEN (A.), ROZAN (A.). — Etude graphique de la fatigue accommodative. (*Ann. Ocul.*, 1947, p. 206.)
- DUGUET, MERCIER. — Physio-pathologie oculaire de l'aviateur. (*Rapport présenté à la Société d'Ophthalmologie de Paris*, 1947, pp. 116-129 et 167-177.)
- FERREE, RAND. — Un appareil pour mesurer la vitesse dynamique de la vision, la vitesse de l'accommodation et la fatigue oculaire. (*Amer. J. Oph.*, juin 1936, pp. 1072-1087.)
- FRAZER (D.C.). — Recherche sur la fatigue. Effets physiologiques et psychologiques. Fatigue des pilotes. Fatigue des opérateurs radar. Influence du bruit. (*Discovery*, 1953, (2), pp. 40-44.)
- GERATEWOHL. — Eyes movements during radar operations. (*Jour. Avia. Med.*, 1952, 23, p. 597.)
- GERATEWOHL. — Die psychologie des Menschen im Flugzeug. (1954. 1 vol., p. 269. Ed. J.H. Barth., Menschen, pp. 176-189.)
- GRANDJEAN, EGLI. — Mesure de la fatigue dans les travaux exigeant un effort particulier des yeux. (*V^e Congrès Technique National de Sécurité et d'Hygiène du Travail*, 13-16 octobre 1954, Strasbourg.)
- GRANPIERRE (R.), FRANCK (C.), OLSEN (O.). — Utilisation du Tapping-Test et du Test de scintillement pour le contrôle de la fatigue du personnel navigant de l'Aviation. (*Congrès de l'Air Medical Association*, Bruxelles, 1953. Résumé in *Med. Aér.*, 1954, 9, 1, pp. 70-80.)
- HANES (R.M.), WILLIAMS (S.B.). — Visibility on cathod ray tubescreen. The effects on light adaptation. (*Jour. Oph. Soc. Amer.*, avril 1948, t. 38, p. 363.)
- HERREN (T.V.). — The visuo-psyhic apparatus and the accommodation reflex. (*Arch. Oph.*, 1940, n° 43, pp. 1.185-1.187. Analysé in *Année Psychologique*, 1940-1941, p. 321.)
- HERRICK (K.F.), KRUSEN (F.J.). — Certain Physiologic and Pathologic effects of microwaves. (*Electrical engineering*, march 1953, vol. 72, pp. 239-244.)
- HILL (R.V.). — The accommodative effort syndrome : pathologic-physiology. (*Amer. J. Oph.*, march 1951, vol. 34, n° 3, pp. 423-430.)
- HINES (H.M.), RANDALL (J.E.). — Possible industrial hazards in the use of microwave radiation. (*Electrical engineering*, octobre 1952, vol. 71, pp. 879-881.)

- JACKSON (Ed.). — Fatigue visuelle. (*Amer. J. Oph.*, février 1921, p. 119.)
- KIRCHOF (H.). — Eine methode zur objectiven Messung der Akkomodation geschwindigkeit des Menschlichen Auges. (2 für B C, 1940, pp. 408-420. Analysé in *Année Psychologique*, 1940-1941, p. 535.)
- LAVALOU (M.). — Contribution à l'étude de la fatigue des opérateurs de radar par l'étude des variations de la fréquence critique de fusion du scintillement. (*Thèse*, Paris, 1957.)
- MATHEW LUCKEISH (D.S.), FRANCK (K.), MOSS. — Frequency of blinking as a clinical criterion of ease of accommodation. (*Amer. J. Oph.*, juin 1939, pp. 616-621.)
- MERCIER (A.). — Considérations sur la fatigue oculaire. (*Cong. Soc. Fr. Oph.*, 1957.)
- OLSEN (O.), BRICE (R.). — La fréquence critique de fusion du scintillement. Recherches concernant sa valeur en tant que test de fatigue. (*IV^e Congrès de l'Air Médical Association dans Med. Aér.*, 1955, 10, 4, pp. 499-506.)
- PERDRIEL (G.). — A propos d'un cas de choroïdite séreuse centrale, chez un opérateur radar. (*Med. Aér.*, 1955, 3^e trim., p. 255.)
- RENARD (G.). — La synergie pupillaire à la convergence. (*Revue Oto, Neuro, Ophth.*, 1947, 19, n° IV, p. 241.)
- RICHARDSON (A.W.), DUANE (T.D.), HINES (J.N.). — Experimental lenticular opacities produced by microwave radiations. (*Arch. Phys. Med.*, Chicago III, décembre 1948, vol. 29, pp. 765-769.)
- RIFFENBACH, USA F. — Ocular fatigue in the radar operator. Prevention. (*Arch. Ind. Phys.*, May 1953, p. 426.)
- ROBERT (A.), WEBER (M.O.). — Boston. (*Arch. Ophth.*, feb. 1950, vol. 43, n° 2, pp. 257-264.)
- ROBERTSON. — Measurement of speed of adjustment of eye to near and far vision. (*Arch. Ophth.*, july 1935, pp. 82-89.)
- Mesure de la rapidité de l'œil pour la vision rapprochée et éloignée. (*Arch. Ophth.*, mars 1936, n° 3, pp. 423-434.)
- Effet de la fatigue sur l'adaptation de l'œil pour la vision rapprochée et éloignée. (*Arch. Ophth.*, mai 1937, pp. 859-876.)
- SALISBURY (W.W.), CLARCK (J.W.), RINES (H.M.). — Exposure to Microwave. (*Electronics*, New-York, N.Y., may 1949, vol. 22, pp. 66-67.)
- SWEET (M.L.), CARTLETT (A.L.). — Visibility on cathod ray tubescreen signals on a P. 7 screen at different intervals after excitation. (*Jour. Oph. Soc. Amer.*, 1948, tome 38, p. 329.)
- THALABARD (J.). — La choroïdite séreuse centrale. (*Thèse*, Paris, 1947.)
- TRAITÉ D'OPHTHALMOLOGIE. — (Masson et Cie, éditeurs, Paris, 1939.)
- VOCCIA (M.). — Sulle causa della fatica oculare negli operatori radar. (*Ann. Med. Nav. Trop.*, 1955, 60, 658.)

- Von HIPPEL (A.R.). — Dielectric materials and applications. Published jointly by the technology. (Press of the Massachusetts Institute of technology and John Wiley and sons, New-York, N.-Y., 1954.)
- WESTON (H.C.). — Visual fatigue, with special reference to lighting. (*Symposium on fatigue*, H.K. Lewis and C^o Ltd. London, 1953.)
- WILLIAMS, BARTLETT, HANES. — Effects of rize and shape of pip. (*J. Oph. Soc. Amer.*, 1949, tome 39, p. 463.)
- WINSLOW (F.H.), BAKER (W.O.), YEGER (W.A.). — Odd electrons in polymes molecules. (*J. Amer. Chim. Soc.*, Washington D.C., septembre 1955, vol. 77, pp. 4751-4756.)
- WINSLOW (F.H.), BAKER (W.O.), PAPE (N.R.), MATTERYCK (W.). — Formation and properties of polymer carbon. (*J. Polymer Science*, New-York, N.Y., april 1953, vol. 16, pp. 101-120.)

